



Перспективный технологический уклад: возможности, риски, угрозы

Перспективный технологический уклад: сущность и структура

Современный этап общественно-го развития базируется на достижениях фундаментальной науки, практическое использование результатов которых позволило во второй половине XX в. осуществить технологический прорыв по многим направлениям. Принято считать [1], что определенным периодам развития общества соответствует определенный набор доминирующих технологий, который получил название технологического уклада.

Отметим основные черты процесса технологического развития.

1. Технологическое развитие является непрерывным (а не дискретным) эволюционным процессом, который с течением времени приводит к качественным изменениям в экономике и обществе в целом.

2. Ключевым фактором, базой технологического развития являются результаты фундаментальных исследований, однако дать достоверный прогноз появления той или иной технологии как результата фундаментальных исследований практически невозможно.

3. Все большее значение приобретают междисциплинарные иссле-

дования и разработки. Новые технологии преимущественно разрабатываются на стыке наук.

В настоящее время исходя из базовой установки постиндустриального общества на развитие человеческого потенциала формируется перспективный технологический уклад (ПТУ). При этом разрабатываемые технологии имеют ярко выраженный социально-гуманитарный характер, поскольку направлены прежде всего на обеспечение жизнедеятельности и удовлетворение индивидуальных потребностей человека.

Будем рассматривать ПТУ как совокупность технологических направлений, задаваемых приоритетами социально-экономического развития [2] (табл. 1). При этом ядро ПТУ составят технологические секторы трех типов.

Технологические секторы первого типа (ТС-1) представляют собой совокупность технологий, в основе которых лежат общие фундаментальные законы природы. К ним относятся ядерные технологии, лазерные технологии, нанотехнологии, биотехнологии. Так, например, ядерные технологии базируются на физических процессах, проходящих на уровне атомного ядра. Сектор ядерных

технологий включает технологии получения атомной энергии, радиофармпрепаратов, радиационной обработки материалов и др.

В основе лазерных технологий лежит явление когерентного излучения, а собственно сектор лазерных технологий включает широкий спектр: от медицинских инструментов для проведения микрохирургических операций до мощных технологических систем обработки материалов.

Технологические секторы второго типа (ТС-2) представляют собой множество технологий, базирующихся на различных исходных законах природы, но направленных на решение одной задачи. Примерами ТС-2 являются социальные технологии (здравоохранение, образование и т.д.), информационные технологии, энергетика, включая нетрадиционные источники энергии.

Так, например, сектор медицинских технологий включает медицинскую аппаратуру, создаваемую на новых физических принципах, в том числе лазерных и ядерных технологиях; фармацевтические препараты на основе достижений химии и биологии; гуманитарные технологии, базирующиеся на достижениях психологии, социологии, и др.

Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) и энергетика создают технологический фундамент постиндуст-

Иванов Владимир Викторович — заместитель главного ученого секретаря Президиума РАН, доктор экономических наук, профессор НИЯУ МИФИ и РАНХиГС.

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ 11-02-00631а.



жений. Эта проблема может быть решена только путем ужесточения контроля за распространением оружия.

2. Доступ террористов к технологиям создания оружия. Эта проблема также является многоплановой, поскольку для производства высокотехнологичных видов оружия требуется привлечение высококвалифицированных специалистов, которые в отдельных случаях могут быть принуждены к таким работам. Для создания многих видов оружия, пригодных для совершения террористических актов, не требуется специальных производственных условий, они могут быть изготовлены из подручных средств.

риального общества. Собственно энергетика представляет собой широкий спектр технологий — от добычи полезных ископаемых до создания альтернативных источников энергии.

Технологический сектор третьего типа (ТС-3) представляет собой совокупность технологий, созданных на основе исследований, проводимых на стыке наук. В настоящее время все большее распространение получают нано-, био-, инфо-, когнитивные технологии (NBIC) [3].

Угрозы и риски технологического развития

Главным риском перспективного технологического уклада является формирование недружелюбного технологического пространства как среды обитания человека. Это представляет определенную угрозу для живых организмов ввиду отсутствия естественного иммунитета к технологической среде.

Кроме того, исторический опыт показывает, что все новейшие технологии использовались прежде всего в военных целях. Перспективные технологии позволяют создать еще более эффективные виды во-

Особую угрозу представляет использование современных технологий в террористических целях.

оружий. Существует также класс так называемых двойных технологий, то есть таких технологий гражданского назначения, которые при минимальном изменении характеристик могут быть использованы в военных целях.

Особую угрозу представляет использование современных технологий в террористических целях. Рассматривать проблему технологической безопасности с этой точки зрения следует в следующих направлениях.

1. Попадание в руки террористов современных средств воору-

3. Использование технологий гражданского назначения для совершения террористических актов. Так, например, атака на здания WTC (США, 11 сентября 2001 г.) была осуществлена с использованием современных гражданских самолетов, которые выполнили роль боевых крылатых ракет.

Следует также отметить, что известны случаи, когда высокотехнологичные устройства сугубо гражданского назначения создавали предпосылки для крупных катастроф. Так, в российских аэропортах систематически предпринимаются попытки ослепить пилотов гражданских самолетов маломощными источниками лазерного излучения бытового назначения (лазерными указками).

Для снижения рисков и парирования возникающих угроз необходимо уже на стадии разработки конкретной технологии проводить исследования по оценке безопасности, нормам по ее применению, а также критериям

Таблица 1

Приоритеты социально-экономического развития	Ядро технологического уклада	
	Тип технологического сектора	Базовые технологии
Безопасность Жилье и ЖКХ Здравоохранение Образование Продовольствие	ТС-1	Биотехнологии Лазерные технологии Нанотехнологии Ядерные технологии
Транспорт Энергетика Экология	ТС-2	ИКТ Космические технологии Социальные технологии Технологии природопользования Энергетика
Управление	ТС-3	NBIC-технологии

и специальным мерам безопасности, включая законодательное и нормативное правовое обеспечение. Это направление получило название «экология технологий» [4].

С учетом интенсивности развития, опыта использования, специфики разработки и масштаба влияния представляется, что в настоящее время особое внимание необходимо уделять проблемам обеспечения безопасности применительно к ИКТ, био- и нанотехнологиям.

ИКТ-пространство уже сейчас рассматривают как неотъемлемую часть среды обитания че-

Несовершенство систем защиты информации обуславливает угрозы личной безопасности граждан.

люда. Особенностью информационного пространства является многофакторное воздействие на общество и человека. Так, собственно информация оказывает влияние на общественное развитие и духовную сферу человека, а средства ее отображения, как технические, так и программные, прямо воздействуют на его физическое и психическое состояние.

Несовершенство систем защиты информации обуславливает угрозы личной безопасности граждан. Так, например, сбор персональных данных, сведение их в базы данных и последующее неконтролируемое распространение позволяют формировать информационную базу деятельности криминальных структур. Кроме того, неконтролируемое использование ИКТ способствует появлению новых видов преступности, среди которых наиболее опасными для общества являются терроризм, преступления против личности, преступления в области банковской деятельности, в области охраны интеллектуальной собственности и др.

Недостаточный уровень культуры использования ИКТ в образовательном процессе может привести к глобальным проблемам. Так, например, неконтролируемая работа детей на компьютере формирует навыки механического действий в ущерб творческому осмыслению результатов (так называемое кликовое и клиповое сознание).

Что касается физиологического воздействия ИКТ, то даже первые демонстрации возможностей 3D-технологий вызвали опасения медиков по поводу их негативно влияющая на здоровье человека, в первую очередь на психику и зрение.

Вопросы обеспечения безопасности в процессе создания биотехнологий достаточно отработаны. Об этом свидетельствует, например, опыт работы крупнейших отечественных научных центров в Пущино, ГНЦ «Вектор» под Новосибирском и др. В то же время проблема обеспечения безопасности новых разработок окончательно не решена.

Следует также отметить, что в последнее время в медицинских учреждениях участились ошибки, допускаемые при использовании уже апробированных лекарственных препаратов, что приводило и к смертельным случаям. Эти инциденты являются косвенными признаками падения уровня культуры медперсонала и прямо указывают на необходимость разработки специальных мер, направленных на предотвращение подобных ситуаций. Причем эти меры должны носить не административный, а технологический характер, то есть они должны быть направлены на создание технологий предупреждения неправильного использования препаратов.

К наиболее опасным направлениям научной и практической деятельности в области биотехнологий следует отнести следующие [5].

- Создание новых *рекомбинантных генов* и прогрессирующее распространение *трансгенных* организмов (организмов с чужеродными генами), используемых в сельском хозяйстве и микробиологической промышленности. В этом случае потенциальная опасность заключается в возможности неконтролируемого распространения новых биологических видов и генов, нарушающих природное равновесие и трансформирующих живые системы, а также в создании механизмов манипулирования человеческой наследственностью.

- Развитие *генной терапии*. Прогресс в лечении симптомов наследственных дефектов без искоренения дефектных генов ведет к их накоплению в человеческой популяции и, следовательно, к дегенерации генофонда в будущем.

- *Разработка новых видов биологического оружия*, в первую очередь вирусного, токсинного и генного. При этом следует учитывать, что при высокой эффективности создание такого оружия не требует больших финансовых затрат и производственных мощностей, что позволяет обеспечить скрытность его производства. В зависимости от задач и целей последствия применения этого вида оружия могут проявляться как мгновенно, так и на протяжении длительного времени. Практически все достижения современной биологии, любые разработки в области биотехнологий могут быть направлены на создание биологического оружия нового поколения.

Проблема обеспечения безопасности биотехнологий представляется тем более важной, что они лежат в основе современного производства продовольствия [6].

Таблица 2

Основные характеристики возможностей и угроз информационных, nano- и биотехнологий			
Базовые технологии	Основные направления использования	Проблемы	Угрозы
Информационно-коммуникационные технологии	<ul style="list-style-type: none"> – Формирование информационного сектора экономики. – Создание новых принципов управления. – Создание качественно новых производственных технологий, оборудования, систем широкого назначения. – Развитие образования 	<ul style="list-style-type: none"> – Незнученность комплексного психофизиологического влияния воздействия ИКТ на человека и общество. – Отсутствие адекватных санитарных норм и правил. – Незрелость нормативной правовой базы, регламентирующей использование ИКТ 	<ul style="list-style-type: none"> – Несанкционированное воздействие на развитие общества и конкретного человека. – Снижение творческих способностей личности в процессе образования с использованием ИКТ. – Разработка и распространение вирусных программ. – Появление новых видов преступности. – Создание качественно новых видов оружия
Нанотехнологии	<ul style="list-style-type: none"> – Создание материалов с наперед заданными свойствами. – Создание базы для разработки новых классов медицинских, информационных и других технологий. – Повышение энергоэффективности 	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие результатов исследований по взаимодействию искусственных нанообъектов с природными биообъектами, в том числе с человеческим организмом. – Отсутствие систем детектирования наночастиц. – Отсутствие надежных систем фильтрации нанообъектов. – Отсутствие достаточных санитарных норм и правил, регламентирующих обращение с нанообъектами 	<ul style="list-style-type: none"> – Появление новых видов заболеваний, инициированных воздействием искусственно созданных объектов на организм человека. – Создание качественно новых видов оружия
Биотехнологии	<ul style="list-style-type: none"> – Создание новых медицинских технологий, включая разработку лекарственных препаратов. – Решение продовольственных проблем 	<ul style="list-style-type: none"> – Отсутствие в ряде случаев надежных результатов исследований, подтверждающих безопасность для человека использования новых биотехнологий. – Простота разработки и использования в качестве оружия 	<ul style="list-style-type: none"> – Создание и распространение технологий, отрицательно влияющих на развитие человека, на его генофонд. – Прямая преднамеренная разработка новых видов биологического оружия, в первую очередь вирусного, токсинного и генного

Поэтому ошибки в этой области могут привести к непредсказуемым последствиям как в обозримом будущем, так и в отдаленной перспективе.

Что касается нанотехнологий, то проблема заключается в том, что в настоящее время не изучены механизмы взаимодействия наночастиц с биообъектами, неизвестно, как наночастицы воздействуют на организм человека. Кроме того, отсутствуют средства детектирования наночастиц, средства индивидуальной защиты, препятствующие проникновению наночастиц в организм человека. С учетом перспективного диапазона использования нанотехнологий появляются новые угрозы и риски, для минимизации и парирования которых требуются специальные меры.

Следовательно, при создании современной nanoиндустрии необходимо предусмотреть широкий спектр исследований и разработок, направленных на обеспечение безопасности, включая создание нормативно-правовой базы и соответствующих санитарных норм и требований. При этом особое внимание необходимо уде-

лить развитию нанодозиметрии, задачей которой должна стать разработка методов обнаружения наноматериалов и их идентификации, а также разработка методов и средств индивидуальной защиты.

Приведенные примеры наглядно демонстрируют тот факт, что жизнедеятельность человека зависит от используемых технологий и по мере дальнейшего технологического развития эта зависимость будет только усиливаться. В то же время сегодня во многих случаях отсутствуют подходы, позволяющие уже на стадии разработки определить степень опасности новых технологий, что повышает риск создания продукции, способной оказать негативное влияние на человека (*табл. 2*).

Таким образом, интенсивное технологическое развитие способствует созданию новых технологий и продукции, обеспечивающих повышение качества жизни. Вместе с тем новые технологии могут представлять и определенную опасность, уровень которой зачастую бывает трудно оценить на стадии разработки. В связи с этим необходима методология

планирования технологий, одной из задач которой должна стать минимизация риска негативного воздействия.

ПЭС 12169/16.11.2012

Литература

1. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: Владар, 1993.
2. Иванов В.В. Инновационная политика России: проблемы и перспективы // Экономические стратегии. 2011. № 2.
3. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий — прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. № 1–2.
4. Иванов В.В. Технологическое пространство и экология технологий // Вестник РАН. 2011. № 5.
5. Спирин А.С. Фундаментальная наука и проблемы обеспечения биологической безопасности. В кн.: Наука — здоровью человека. Материалы совместного Общего собрания РАН, РАМН, при участии РАСХН и РАХ. 16–18 декабря 2003 г. М.: Наука, 2005.
6. Варшавский А.Е. Проблемные инновации: риски и ответственность (на примере продуктов питания и внутреннего потребления). Препринт № WP/2009/255. М.: ЦЭМИ РАН, 2009.